

ORMANCILIKTA KULLANILAN BÜYÜME MODELLERİ

Turan SÖNMEZ¹, Abdurrahman ŞAHİN¹, Nurettin KADİM¹

¹A.Ç.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, 08000, Artvin

ÖZET

Büyüme modelleri ormancılıkta, araştırmacılara ve planlayıcılara yardım edici ve yol gösterici niteliktedir. Bir büyüme modelinde ormanın doğal durumu, büyümesi, meşcereden ayrılma oranı ve bunun gibi değişiklikler düzenli bir şekilde yer alır. Büyüme modelleri; etkin bir kaynak tahmininde yol gösterici olabildiği gibi; ormanların yönetilmesi, geleceği tahmin ve değişik silvikültürel seçeneklerin belirlenmesi gibi birçok önemli alanda kullanılmaktadır. Modeller ormanın hem bugünkü durumunu hem de zamanla değişen orman sınırlarını belirlememizde yardımcı olurlar. Örneğin yöneticiler; büyüme modeli kullanarak, hem mevcut hem de alternatif kesim miktarlarıyla, yaklaşık maliyeti belirleyebilirler ve kararlarını daha objektif verebilirler. Literatürde büyüme modeline, özellikle ağaçlandırma alanları başta olmak üzere saf ve eşit yaşlı meşcerelerin büyümelerinin modellenmesinde çok rastlanmaktadır. Ülkemiz ormancılığında da zaman zaman büyüme modellerinin veya ona benzer yapıların kullanıldığı bilinmektedir. Bu çalışmada ormancılıkta kullanılan ampirik büyüme modellerinin neler olduğu, yapıları, değişik formlardaki ormanlarda hangi modellerin daha uygun olacağı ve kullanılacağı irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Büyüme modelleri, geleceği tahmin, yol göstericilik

GROWTH MODELS USED IN FORESTRY

ABSTRACT

The growth models in forestry help and lead to researchers and planners. Some changes such as forest's natural state, growth and mortality rate are regularly exist in a growth model. Growth models can be more effective as a source management and are used in many important areas such as forest management, future forecasting and identification of different silvicultural options. Models will help us both current status and determine change over time the border of the forest. For example, administrators using growth models, both existing and alternative to cutting the amount, can determine the approximate cost and may provide more objective decisions. In the literature, growth models are very common growth modeling especially afforestation and pure and even-age stands. Forestry in our country, it is known that growth models or a similar structure is used. In this study, What are the empirical growth models used in forestry, this model's structures, different forms and in forests which would be more appropriate to use the models discussed.

Key Words: Growth models, forecasting, guidance

1. GİRİŞ

Orman; canlı ve cansız çevrenin bir arada olduğu, bu canlı ve cansız çevrenin etkileşimiyle ekolojik bir dengenin kurulduğu, sürekli olarak değişim gösteren biyolojik bir sistemdir. Otsu tabakadan, odunsu katmana kadar her türlü canlıyı bünyesinde barındıran ormanın sunduğu değerlerden; sürekliliği bozmadan ve en yüksek düzeyde yararlanma, orman yapısının ve bileşenlerinin en iyi şekilde kavranması ile sağlanabilir. Ormanı bir bütün olarak ele alıp, ekolojik ve biyolojik tüm değerlerini dikkate alarak planlamak daha tutarlı ve daha doğru olacaktır. Bunun aksine, ormanın ekolojik özelliklerini ve ormanda

bulunan türlerin ekolojik isteklerini gözetmeksizin yapılan her türlü müdahale ve faydalanma; ormanın sağlık durumunun, ekolojik dengenin bozulmasına ve sürdürülebilirliğin kırılıp ormanın yok olmasına neden olacaktır.

Ormanların planlanmasında, aktüel durumun belirlenmesi gerekir. Bunun için envanter yapılır. Var olan kaynaklar ve bunların potansiyel veriminin kestirilmesine çalışılır. Ormanların planlanmasında, meşcerelerin alanı ve hacmi yanında, artım ve büyüme potansiyellerinin de bilinmesi gerekir. Meşcerelerden alınan geçici örnek alan verilerinden yararlanılarak yapılan envanterle, gerekli bilgilerin elde edilmesine çalışılır. Diğer yandan, ekosistem dengesini bozmadan, ormandan potansiyel üretimi sürekli elde edebilmek amaçlanır. Bu nedenle, birden fazla amacı sağlayabilecek optimal çözümler söz konusu olur. Bunun başarılabilmesini gerçekleştirebilecek kaynakların doğru tahmin edilebilmesi gerekmektedir. Bu şekilde büyüme modelleri kavramı ortaya çıkmıştır. Büyüme modelleri, meşcerelerin yetiştirilmesinde uygulanacak silvikültürel işlemler ve bunların şiddeti; hasat zamanında ulaşacakları durum; alanın yetiştirme gücüne göre taşıyabileceği göğüs yüzeyi miktarı; aktüel ve optimal durumun karşılaştırılabilmesi; gelecekteki ürün miktarının tahmin edilmesi gibi konularda, plan yapıcıya ve bu planı uygulayacak teknik elemanlara ışık tutabilecek bilgileri sağlar (Eler, 2006).

Ormanın geleceğinin tahmininde, alternatif yönetim planlarının değerlendirilmesi ve bilgilerin düzenlenmesi gereklidir. Orman yapılarının büyüme ve gelişmesinin modellenmesinde; hacim ve hasılat tabloları ile büyüme ve hasılat simulasyon modellerindeki bazı metotlar kullanılabilir. Kullanılan modelde çıktıların yorumlanması, yönetim alternatiflerinin ekonomik, ekolojik ve sosyal bakış açılarına göre oldukça önemlidir. Geleceğe ilişkin üretim planları belli olsa bile; bu planlar ormanın gelecekteki durumunun tahminine, yaban hayatı-habitat ilişkilerine, meşcere sıklığına ve ağaç türlerinin çeşitliliğine de bağlıdır. (Bettinger vd., 2009).

Ormanların planlamasında, ormanın sahip olduğu ekolojik özelliklerin ve bu ormanı oluşturan türlerin büyüme ve hasılat ilişkilerinin bilinmesi çok önemli olup, planlama için temel altlık görevi görmektedir. Ormanın ekolojik özelliklerinin ortaya konulması açısından, Yetiştirme Ortamı Envanterinin yapılması büyük bir önem taşımaktadır. Ormanı oluşturan türlerin büyüme ve artım ilişkilerinin ortaya konulmasında çeşitli amaçlar için çeşitli şekillerde düzenlenmiş büyüme modellerinden yararlanılmaktadır. Ayrıca, Ormancılıkta karar verme sürecinde ormanın sunduğu değerleri dikkate alarak çeşitli seçeneklerin oluşturulmasında da ormanın büyümesinin zamana göre tahmininin yapılması; ancak büyümenin modellenmesi ile mümkündür (Ercanlı ve Kahrıman, 2004). Dolayısıyla orman planlamada büyüme ve hasılat modelleri büyük bir önem taşımaktadır.

Büyüme modelini; çeşitli koşullar altındaki bir meşçerede ve bu meşçereyi oluşturan tek ağaçlardaki artım ve büyümeyi, Meşçereye yeni katılımları ve kurumaları tahmin eden denklem sistemi olarak tanımlayabiliriz (Mısır, 2003). Bu büyüme modellerinin, tablolar şeklinde düzenlenmesi ve gösterilmesi ile hasılat tabloları elde edilmektedir (Ercanlı ve Kahrıman, 2004).

Ormanın ve bu ormanı oluşturan tek ağaçların büyümesini ve artımını modellemek için günümüze kadar çok sayıda model geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu düzenlenen modellerinin temel amacı, orman amenajmanında karar verme sürecine kılavuzluk etmek ve altlık oluşturmaktır. Bu modeller; farklı sıklıkta, farklı yetiştirme ortamı verim gücünde, farklı müdahale şeklinde (kuvvetli aralama v.b.) ve ekolojik özelliklerdeki (ekolojik tabanlı büyüme modelleri) meşçere özelliklerini (hacim, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı v.b.) tahmin ederler (Burkhart, 1995). Bu şekilde, farklı müdahale şekillerinin sonucu oluşacak meşçere yapısı, bu modellerle tahmin edilerek, farklı meşçere yapılarının oluşmasına sebep olacak

alternatifler arasında belirlenen işletme amacına göre en iyi olan seçenek belirlenebilecektir. Farklı meşçere yapılarının oluşmasına sebep olan alternatifler arasında belirlenen işletme amacını en iyi şekilde karşılayan seçenek, Yöneylem Araştırması gibi bilimsel karar verme teknikleri ile belirlenmektedir (Ercanlı ve Kahrıman, 2004). Tüm bu açıklamalardan da anlaşılmaktadır ki; artım ve büyüme modelleri, meşcerelerin yapısını, büyümesini, meşcereden ayrılma ve meşçereye katılmaları belirlemede yardımcı olmaktadır. Orman amenajmanı ve silvikültürel seçenekler kurup, bunların sonuçlarını göstererek, ekosistem planlamasının temelini oluşturur (Eler, 2006).

2. BÜYÜME MODELLERİ'NİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Hasılat tablosu düşüncesi ilk olarak 1720 yıllarda Orta Avrupa Ülkelerinde ortaya atılmış ve bugünkü anlamda ilk hasılat tablosu 1787 yılında Paulsen tarafından hazırlanmıştır. 1840'lı yıllardan sonra Rusya'da hasılat tablolarının yayınlandığı görülmüştür. Ayrıca 1920'lerden sonra Amerika Birleşik devletlerinde hasılat tabloları düzenlenmeye başlanmıştır (Günel, 1981).

İlk düzenlenen bu hasılat tabloları, Normal Hasılat Tablosu niteliğinde olup daha ileri yıllarda, Sıklığa Bağlı Hasılat Tabloları, Çap Sınıfı Modelleri, Tek Ağaç Modelleri, Ekolojik Süreç Tabanlı Modelleme ve Hybrid modelleri geliştirilmiştir. En son gelinen noktada ise; büyüme modellerinin Uzaktan Algılama ile bütünleştirilmesi, büyüme modelinde gelecek olarak ifade edilmektedir (Landsberg, 2003). Ormancılık faaliyetlerinin planlaması konusunda Avrupa ve Amerika "Tek Ağaç Modelleri"ni kullanmakta olup bu modeller, aralama işlemlerinin simule edilmesine izin vermektedir. Böylece farklı müdahale şekillerine göre planlama seçenekleri oluşturulabilmektedir.

Ekolojik tabanlı büyüme modelleri, yetişme ortamı koşullarında meydana gelebilecek değişimleri ve bu değişimlerin meşçere ve tek ağaçtaki büyümeye etkisini dikkate alan ve bu doğrultuda tahmin yapan büyüme modelleridir. Hybrid modeller ise, Ekolojik tabanlı modeller ile ampirik hasılat modellerini bütünleştiren ve yetişme ortamı koşullarındaki değişimleri, ormanların planlanmasında dikkate alınmasını sağlayan modellerdir (Monserud, 2003).

Türkiye'de hasılat araştırmalar ile ilgili ilk çalışma, 1943 yılında Fıstık Çamları'nın meyve ve odun üretimi ile ilgili olarak Prof. Dr. Fehim FIRAT tarafından yapılmıştır. Ülkemizde ilk hasılat tablosu ise 1954 yılında Demirköy Meşe Ormanlarında Prof. Dr. İsmail ERASLAN tarafından düzenlenmiştir (Günel 1981). Bu yıldan sonra bir çok ağaç türü için hasılat tabloları düzenlenmiş ve uygulamada kullanılmıştır.

Ülkemizde, Trakya yöresi Saf Meşe Meşcereleri için Eraslan (1954) tarafından yapılan çalışmadan sonra, büyüme modelleri üzerine kapsamlı ilk araştırma Alemdağ (1962) tarafından yayınlanmıştır (Yavuz vd., 2005).

Ülkemizde, özellikle orman amenajman planlarının düzenlenirken karar verme aşamasında normal hasılat tabloları kullanılmaktadır. Ancak bu durum bir çok açıdan yanlış bir uygulamadır. Çünkü bu hasılat tabloları sağlıklı, müdahale görmemiş, homojen bir dağılıma sahip ve normal sıklıktaki meşcereler için düzenlenmiştir. Normal hasılat tabloları, sadece bu normal sıklıktaki meşcereler için büyüme ve hasılat ilişkilerini ortaya koymaktadır. Oysa ülkemizde çok büyük alanları kaplayan daha düşük sıklıkta meşcereler bulunmaktadır. Normal sıklıktan farklı sıklığa sahip meşcereler için büyüme ve hasılat ilişkilerini veren sıklığa bağlı hasılat tabloları ülkemizde birkaç türde düzenlenmiştir. Ülke geneli için Yeşil (1992) tarafından Kızılcam ve Kapucu ve arkadaşları (2002) tarafından

Kestane ağaç türünde; yöresel ölçekte ise Ladin ağaç türünde Köse (2002) tarafından Maçka yöresi ormanüstü serisi ve Ercanlı (2003) tarafından Artvin yöresi merkez işletme şefliği için düzenlenmiştir.

3. ORMANCILIKTA KULLANILAN BÜYÜME MODELLERİ

Ormancılıkta ampirik büyüme modelleri, süreç tabanlı büyüme modelleri, mekanistik büyüme modelleri, gap modelleri ve hybrid modelleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada değinilen ampirik büyüme modelleri; ele alınan objeye göre üç ana grupta toplanır. Modellemede kullanılan obje tek ağaç ise Tek Ağaç Modelleri; ağaç sayılarının çap sınıflarına dağılımı ise Çap Sınıfı Modelleri; meşcere ise Meşcere Modelleri adını alırlar. Her model; türlere ve onların uygun olduğu coğrafik bölge ya da çevre şartlarına göre tanımlanmış olarak varsayılmakta, böylece bu faktörler sınıflamada ayrı kriter olarak kullanılmamaktadır.

3.1. Tam Meşcere Modelleri

Modellemede meşcerenin ele alınması durumunda "Tam Meşcere Modelleri" ortaya çıkar. Meşcere modelleri; birim alandaki ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, ota çap, orta boy gibi temel meşcere öğelerine göre meşcere artım ve büyümesinin modellenmesi ve tahmininde kullanılır. Meşcere modelleri; Sıklıktan Bağımsız Meşcere Modelleri ve Sıklığa Bağlı Meşcere Modelleri olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

3.1.1. Sıklıktan Bağımsız Tam Meşcere Modelleri

Bu yaklaşımda doğal meşcerelerin gelecekte nasıl gelişeceğini direkt olarak tahmin etme; söz konusu meşcerelerin geçmişte ne kadar sağlıklı geliştiğinin ölçümüyle yapılır.

Yaşa bağlı olarak verilen hacim artımlarında farklılık vardır ve daha iyi bonitetli meşcerelerde ortalama hacim daha yüksektir. Bu farklılık doğal meşceredeki açıklıklar, yığılmalar, farklı genetik yapılar, farklı meşcere sıklıkları ve farklı gelişim aşamaları yüzünden olabilmektedir. Meşcerenin gelişim aşamalarındaki yangın, hastalık, böcek zararı, kesim gibi olaylar meşcerede açıklık, farklı yapılar ve sıklığın değişmesine neden olmaktadır. Bu alanlardaki doğal meşcereler için muhtemel büyüme belirlenmek istenirse; rastgele örnekleme kullanılmaz ama sadece sağlıklı görünen meşcereler seçilmeyip, alan üzerindeki en yüksek sıklık seviyesine sahip meşcereler seçilir; özetle doğanın en iyileri bulunmaya çalışılır. Kereste firmaları veya işletmeler ise, doğal meşcerenin ortalama gelişiminin ne kadar olduğunu bilmek isterler. Bu şekilde geliştirilen hasılat modelleri de doğanın sağladığı ortalama değerlere uygun olduğu için "ampirik hasılat modeli" olarak adlandırılırlar (Davis vd., 2001).

Sıklıktan bağımsız modeller olarak; çeşitli türlerimiz için, büyüme modellerinin en basiti olan ve ayrıntılı analiz yapılmayan Hasılat Tabloları düzenlenmiştir (Eler, 2006). Normal hasılat tablolarında da eşit yaşlı meşcerelerin gelişimi meşcere yaşına ve alanın verim gücüne (bonitete) bağlı olarak hesaplanır. Ercanlı ve Kahrıman (2004)'a göre; örnek alanların alındığı meşcerelere bir teknik müdahale yapılmadığından meşcereler normal sıklıkta varsayılır ve bu nedenle büyümenin incelenmesinde meşcere sıklığı dikkate alınmaz.

Sıklıktan bağımsız olarak geliştirilen Normal Hasılat Tabloları; sadece bir defa ölçüm yapılmış değişik yaşlarda ve alanlarda oluşan çok sayıda meşcerenin verileri hakkında

genel bir görünüm sağlar. Bu hasılat tabloları, öngörüde bulunma haricinde her bir meşcere için ayrı ayrı güncel ya da tarihsel gelişimi ile ilgili bilgi vermezler.

3.1.2. Sıklığa Bağlı Tam Meşcere Modelleri

Bu tür modeller, sıklığı doğal ve yapay meşcerelerdeki üretimin tahmininde, bağımlı değişken olarak kullanılır. Sıklığa bağlı tam meşcere modelleri, müdahale görmüş meşcerelerde uygulanmaktadır. Yapılan müdahalenin türüne ve şiddetine bağlı olarak sıklık değişmektedir ve böylece bu meşcerelere ilişkin büyüme modellerinin oluşturulmasında meşcere yaşı, boniteti dışında meşcere sıklığının da hesaba katılması gerekmektedir. Bu modeller vasıtasıyla "Sıklığa Bağlı Hasılat Tablosu" oluşturulmaktadır. Sıklığa bağlı hasılat tabloları yardımıyla, değişik sıklıktaki meşcelerin hacim ve hacim elemanları ile bunların gelişimi hakkında bilgi edinilir (Eler, 2006).

3.2. Çap Sınıfı Modelleri

Modelleme yapılırken ele alınan objenin çap sınıfı olması durumunda kullanılacak model "Çap Sınıfı Modelleri"dir. Bu model; tek ağaç ile meşcere modelleri arasında bir ara model gibidir. Çap sınıfı modeli, meşcerenin ortalama ve toplam değerlerini modellemektedir. Meşcerenin yapısına bağlı olarak, çeşitli bilgiler sağlar (Eler, 2006).

Hacmin, her bir çap sınıfındaki orta ağacın büyümesinin ve bu orta ağaçla her bir çap sınıfında envanter yapılmış gövde sayısının çarpılmasıyla hesaplanarak her bir çap sınıfı için büyüme simulasyonuna ayrılan, çap sınıfı modelleridir. Çap sınıflarına göre gruplandırılmış hacimler, meşcere karakteristiklerini temin ederler. Söz konusu meşcereden ölçülmüş aktüel çap artım verilerinin kullanıldığı model metodu veya örnek alan verilerine dayanan genellenmiş büyüme fonksiyonlarının kullanıldığı metot olmak üzere iki çeşit çap sınıfı metodu bulunmaktadır. Çap dağılım modelleri; her bir çap sınıfındaki gövdelerin sayısına göre, meşcere değişkenlerinin tüm büyüme fonksiyonları yönünden, tam meşcere modelleri gibi ele alınmaktadır. Bunun aksine; çap sınıfı modelleri ampirik olarak belirlenmiş her bir sınıfa ait ağaçların sayısına sahip ve bağımsız olarak da söz konusu model çap sınıflarıyla meşcere etkileri bakımından bazı ortaklıklar göstermektedir (Davis vd., 2001). Davis vd. (2001) çap sınıfı modellerini; "çap sınıfı büyüme modelleri" ve "ampirik meşcere tablo tahminleri" olmak üzere 2 gruba ayırmıştır.

3.2.1. Çap Sınıfı Büyüme Modelleri

Bu modelde her çap sınıfı tek tek ele alınarak, çap sınıfı içindeki ve dışındaki tüm değişimler (çap sınıfındaki ağaç sayısı, çap artımı, boy artımı, ölümlülük, kesim miktarı) cebirsel olarak toplanır ve bu şekilde büyüme periyodu sonuna kadar geçen süredeki ağaç sayısı hesaplanır. Bu işlem her bir çap sınıfı için ayrı ayrı uygulanır. Meşceredeki tüm çap sınıflarında, her ağaç için ve türlere göre hacim veya fiyat tablosu oluşturulup tüm çap sınıflarıyla çarpılarak meşcere hacim ve diğer öğelerinin bilgisi hesaplanır (Davis vd., 2001).

3.2.2. Ampirik Meşcere Tablo Tahminleri

Meşcere tablo tahminleri; her bir çap sınıfı için mevcut meşcereden toplanmış aktüel çap büyümesi ve diğer bilgiler kullanılarak mevcut bir meşcere tablosu yardımıyla gelecekteki meşcere tablosunu tahmin eden geleneksel çap sınıfı metodudur. Tahmin periyodunda mevcut tüm ağaçlar toplanmaktadır; ölen ve kesilen (meşcereden ayrılan) bireyler ise büyüme tahmininden ayrı tutulmalıdır.

Bu yaklaşımı kullanmak için iki soru cevaplanmalıdır: (1) hangi tür artım verisi kullanılmalıdır? (2) Meşcereye nasıl uygulanmalıdır? Farklı ağaç boyutlarının geçmişten beri yaptıkları artım; genel olarak yaptığı artış oranlarından elde edilmiştir. Ancak, meşcere veya büyüme şartları değiştiğinde geçmişteki meşcere büyümeleri fikir verici değildir (Davis vd., 2001).

Meşcere tablo tahmini, 10 yılı aşmayan, hatta tercihen 5 yıllık değişikliklerde iyi sonuçlar vermektedir; çünkü 5 yıldan daha az sürede ortaya konulan meşcere verimi ve yapısal değişiklikler, sağlıklı sonuçlar vermezler. Meşcere tablo tahminleri, meşcere sıklığı meşcereden toplanmış artım verileri yardımıyla birleşik kabul edilir. Bu modellerin de bir takım hataları bulunmasına rağmen, diğer modellerin uygun olmadığı durumlarda, meşcere tablo tahminleri kısa vadede büyüme tahmini oluşturmada tek pratik yoldur. Davis vd. (2001)'e göre de; tahmin metodlarındaki farklılıklar; çap sınıflarına dağıtımın nasıl olacağıdır ve bu da çap sınıf tahminlerinin uygulanmasıyla giderilir.

3.3. Tek Ağaç Modelleri

Tek ağaç modelinden, tek ağacın uzun süreli karakteristikleri ve ölümlülük oranını da içeren veriler elde edilebilir. Ayrıca meşcere üretim tablolarını, meşcere hacim tablolarını ve yapısal karakterleri temsil eden diğer tabloları oluşturmak için bu veriler toplanabilir. (Bettinger vd., 2009). Modellemenin en küçük birimini kullanan Tek Ağaç Modelleri en ayrıntılı olan modeldir.

Tek ağaç modelleri karmaşık modellerdir. Bu modellerin özelliği, meşceredeki her ağacı tanımlamasıdır. Ağaçların konumları, Tek Ağaç Modellerinin ikinci ayırım kriterini oluşturmaktadır. Bu model grubuna yayınlarda Bireysel Modeller veya Ağaç Modelleri olarak da rastlanmaktadır. Mısır (2001)'e göre; sınıf genişliği küçük olup, her özdeş gruptaki ağaç sayısı eşit olduğunda çap sınıfı modelleri ile tek ağaç modelleri arasındaki fark ortadan kalkmaktadır.

Bu modeller, en karmaşık olanlardır ve örnek ağaç listesindeki her bir ağacın geleceğini tek tek modellerler. Tek ağaç modellerinin çoğu tek ağacın, ışık ve besin için, meşcerelerdeki boşluklarda veya diğer ağaçlar arasındaki rekabet miktarının ne kadar iyi olduğunun ölçümü olarak; her bir ağaç için "tepe rekabet indeksi" hesaplar. Bu indeks, ağacın ileride yaşayacağını veya öleceğini belirlemede kullanılır ve eğer ağaç yaşarsa; çap, boy ve tepe çapı bakımından büyüyecektir. Bu modellerde rekabet indeksinin hesaplanmasında bu tarz birçok yaklaşım ve detay kullanılmaktadır. Tek ağaç modelleri, her bir ağaç için çap, boy ve tepe çapının simülasyonunda; ağaçların yaşayıp öleceği, büyüme ve hacim miktarının hesaplanmasında ve her hektar için ağaçların karakteristiklerini, hacimlerini ve büyüme oranlarını bir araya toplamada kullanılır. Bunun dışında komşu ağaçlarla olan uzaklık, boyut gibi özellikler bakımından, meşceredeki rekabet durumunda göre, tek ağacın yaşayacağı veya öleceği de belirlenebilir. Meşcere modelleri, ve tek ağaç modellerinin her ikisi de girdilerle, örnek inceleme veri grafiği çizebilir; ancak, her bir ağacın çevre rekabeti simülasyonunu sadece tek ağaç modelleri vermektedirler. Tek ağaç modelleri de meşcere modelleri gibi; bir ya da daha fazla asli tür için, belirli büyüyen çevre aralığından elde edilmiş örnek bilgilerle oluşturulur. Model tipleri arasındaki genel fark, tepe rekabet indeksinin nasıl hesaplandığına dayandırılmaktadır. Eğer hesaplama ölçüme ya da söz konusu her bir ağacın, tüm ağaçlar içindeki uzaklığa bağımlı olarak rekabetine dayandırılıyorsa; o zaman uzaklığa-bağımlı olarak adlandırılır. Eğer tepe çapı indeksi; konu olan ağacın karakteristiklerine ve meşcere karakteristikleriyle bir araya gelmesine dayandırılıyorsa; o zaman uzaklıktan bağımsız modeller olarak adlandırılırlar (Davis vd., 2001).

Sonuç olarak Tek ağaç modelleri; Uzaklığa Bağlı Tek Ağaç Modelleri ve Uzaklıktan Bağımsız Tek Ağaç Modelleri olarak iki gruba ayrılır. Tek ağacın konumu biliniyorsa, uzaklığa bağlı; ağacın konumu belirlenemiyorsa, uzaklıktan bağımsız olarak adlandırılır (Eler, 2006).

Devamlı envanter verileri yoksa, tek ağaç büyüme modeli sonuçlarının kontrolü; yaşlı meşcerelerde yapılan gözlemler ve alanda daha önce yapılmış incelemelerden elde edilmiş olan bilgilerden yararlanılarak yapılabilir.

3.3.1. Uzaklığa Bağlı Tek Ağaç Modelleri

Bu grupta söz konusu ağacın çevresindeki ağaçların uzaklığı ve büyüklüğü, büyüme modelleri kurmada oldukça önemlidir. Söz konusu ağacın boyutunun, yetiştiği alan ile orantılı olduğu varsayılır; oysa, her bir ağacın arasındaki örtüşmenin oranını, ağaçların rakipleri ve iki boyutlu büyüme boşlukları belirlemektedir. Opie (1968) "örtüşme zonunu" temel alandaki etki zonu içine düşen ağaçların sıklığı olarak tanımlamıştır. İlk düşünce olan çap gibi; tepe çapı sınıfı da farklı değişkenler olarak tanıtılmış ve Opie'nin "etki zonu" indeksi rekabet indeksi olarak kullanılmıştır. Bela (1971) etki zonuna dayanan rekabet modeli önermiştir. Hegyi (1974) etki zonu dışındaki ağaçların da, etki zonu içindeki ağaçları rekabet stresine sokabileceği (sarkık olan tepeleriyle) hipotezine dayanan rekabet indeksini tanıtmıştır. Bu varsayım, konu ağaçtan uzak diğer ağaçların tepe taçlarının örtüşmese bile konu ağaca etki yapabileceği mümkün olduğundan dolayı kabul edilebilir (Laar ve Akça, 2007).

3.3.2. Uzaklıktan Bağımsız Tek Ağaç Modelleri

Bu modeller; mesafe değişkenlerini hesaba katmamış olan farklı kaynaklardan elde edilen bilgilere dayalı olarak tek ağacın büyümesini tahmin ederler. Tahminleyici değişkenler, meşcere düzeyli değişkenleri temsil edebilir ki bu değişkenler tek ağacın büyüme potansiyelini veya her iki değişkenin kombinasyonunu tanımlamaktadırlar. (Laar ve Akça, 2007).

Uzaklıktan bağımsız tek ağaç modellerinde, ağaçlar arasındaki mesafenin ölçümüne gerek yoktur. Bu modellerde ağaçların yarışma endeksleri, genellikle kendi büyüklüklerinin meşceredeki ortalama ağaç büyüklüğüne oranlanmasıyla hesaplanmaktadır. Bu yöntemde bir ağaç, bulunduğu meşcerenin ortalama değerine göre ne kadar büyükse o kadar serbest, ne kadar küçükse de o oranda baskı gördüğü varsayılmaktadır (Yavuz vd., 2005).

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Büyüme ve hasılat modelini kullanacak olanlar, modeli nasıl kullanacaklarını ve nasıl performans vereceğini dikkate almalı ve ondan sonra hangi modelin kendi ihtiyaçlarına daha uygun olduğuna karar vermelidirler. Modelin değerlendirilmesi de basit bir süreç değildir ve plancının amacına, sübjektifliğine, öznelliğine ve kısmen de fonksiyonuna bağlıdır. Her büyüme ve hasılat modelinin güçlü ve zayıf yönleri vardır. Model performansının, biyolojik gerçekliğin ve model tasarımının dikkate alınması gerekmektedir. (Bettinger vd., 2009).

Bir sistem ile başka sistemi ilişkilendirip tahminlemek ya da sadece ilk sistemi benimsemek hem daha zordur hem de etkin olarak çalışabilecek deneyimli personel gerektirmektedir. Sonuç olarak doğal kaynak uzmanları karşılaştıkları göreve göre çeşitli büyüme ve hasılat modeli arasından en uygununu değerlendirip seçmelidirler (Buchman

ve Shifley, 1983). Bunların dışında, ormanın geleceğini tahmin eden modellerin kullandığı metotlar da, bazı yöresel modeller veya yöresel tablolar gibi, belli bir yöreye göre geçerli olup her yöre için uygun olmayabilmektedir. Bu yüzden modeller kullanılırken bu ayrıntıya da dikkat edilmelidir.

Ormancılığı gelişmiş Avrupa ve Amerika ülkelerinde baktığımızda geleceği tahminleme ve karar alma sürecinde kullanılan modeller için devamlı deneme alanlarından elde edilen verilerle modelleme yapılmakta olup bunun yanı sıra genellikle de tek ağaç büyüme modelleri kullanılmaktadır. Bu modeller devamlı deneme alanı verileriyle oluşturulduğu için orman yapısını daha iyi yansıtmakta ve daha ayrıntılı sonuçlar vermektedir. Modelcilik kavramının ülkemiz ormancılığında kullanım şekline bakıldığında ise; hem devamlı deneme alanı verileri değil, tek ölçümle sağlanan verilerin kullanılmakta olduğunu; hem de kullanılan model çeşidinin tam meşcere modelleri olduğunu görmekteyiz. Bu durumda geçici deneme alanı verileriyle ormanın yapısı yetersiz olarak tespit edilmektedir.

Hasılat tabloları sağlıklı, müdahale görmemiş, homojen bir dağılıma sahip ve normal sıklıktaki meşcereler için düzenlenmektedir. Söz konusu hasılat tabloları, sadece normal sıklıktaki meşcereler için büyüme ve hasılat ilişkilerini ortaya koymaktadır. Oysa ülkemizde çok büyük alanları kaplayan daha düşük sıklıkta meşcereler bulunmaktadır. Bu meşcerelerin hasılat ve büyüme ilişkilerini ortaya koymakta sıkıntılar doğmaktadır. Uygulamada kullanılan normal hasılat tablolarının diğer bir dezavantajı da; geçici deneme alanlarından bir defa yapılan ölçümlerle elde edilmiş olmasıdır. Geçici deneme alanlarında bir defada yapılan ölçümler ile meşcerenin hayatı boyunca geçirdiği değişimler izlenememekte bu da hasılat tablosunun ortaya koyduğu sonuçların meşcerenin dinamik yapısını tam olarak yansıtmaması sonucunu doğurmaktadır. Çünkü geçici deneme alanlarıyla elde edilen veriler sadece ölçüldükleri zamandaki meşcere yapısını göstermekte ve farklı ekolojik özelliklere sahip ve farklı yaşlardaki deneme alanlarını bir araya getirerek, bunları birbirinin gelecekteki veya geçmişteki büyüme seyrinin bir devamı olarak kabul ederek hatalı sonucun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Ercanlı ve Kahrıman, 2004). Bunun yanı sıra ülkemiz ormancılığında bir meşcere için modelin geçerliliğini denetleme amacıyla, geçmişteki durumu da çok iyi bilinmeyen söz konusu meşcereye her hangi bir silvikültürel işlem uygulanıp modellenmesi yapılmamaktadır.

İşte ülkemiz ormancılığında modellemenin daha etkin kullanılması amacıyla; bu eksikliklerin giderilmesi ve bunun içinde öncelikle devamlı deneme alanı verileri sağlanması gerekmektedir. Devamlı deneme alanı verileri sağlanmalı ve modelcilikte de Tek Ağaç modellerine yönelim başlamalıdır.

5. KAYNAKLAR

Bela, I.E. (1971). A New Competition Model for Individual Trees. For. Sci. 17:364-372.

Bettinger, P., Boston, K., Siry, J. P. ve Grebner, D. L. (2009). Forest Management and Planning. Academic Press, New York, 331 p.

Buchman, R.G. ve Shifley, S.R. (1983). Guide to Evaluating Forest Growth Projection Systems. J. Forestry. 81(4), 232-234, 254.

Burkhart, H. E. (1995). Modelling Forest Growth. Encyclopedia of Environmental Biology Volume 2. 535-543.

- Davis, L.S., Johnson, K.N., Bettinger, P., ve Howard, T. E. (2001). Forest Management. McGraw-Hill, Inc. New York. 804 p.
- Eler, Ü. (2006). Orman Hasılat Bilgisi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Ders Notu. No:66.
- Ercanlı, İ. ve Kahrıman, A. (2004). Büyüme Modelleri; Dünya ve Türkiye'deki Durum. V. Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi, Bildiriler Kitabı, 1. Cilt-Orman Mühendisliği, 29 Nisan-01 Mayıs 2004, Trabzon, 158-161.
- Günel, H. A. (1981). Orman Hasılat Bilgisi Ders Notları. İ. Ü. Orman Fak., İstanbul (Basılmamıştır).
- Hegyi, F. (1974). A Simulation Model for Managing Jack-Pine Stands. In: Growth Models For Tree And Stand Simulation. Stockholm Rep. No. 30, 74-90.
- Laar, A. V. ve Akça, A. (2007). Forest Mensuration. ISBN: 978-1-4020-5990-2 Published by Springer, Netherlands. 383 p.
- Landsberg, J. (2003). Physiology in Forest Models: History and The Future.
- Mısır, N. (2001)., Ormanlıkta Büyüme ve Hasılat Modelleri. I. Ulusal Ormanlık Kongresi Bildiriler Kitabı, 19-20 Mart 2001, Ankara, 75-95.
- Mısır, N. (2003). Karaçam Ağaçlandırmalarına İlişkin Büyüme Modelleri, Doktora Tez,, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon 208. (Türkçe).
- Monserud R. A. (2003). Evaluating Forest Modells in A Sustainable Forest Management Context, FBMIS Volume 1, 2003, 35-47.
- Opie, J.E. (1968). Predictability of Individual Tree Growth Using Various Definitions of Competing Basal Area. For. Sci. 14:314-323.
- Yavuz, H., Mısır, N., Ercanlı, İ. ve Kahrıman, A. (2005). Büyüme Modellerinin Ormanlıkteki Önemi ve Ormanlığımız İçin Öneriler. 1. Çevre ve Ormanlık Şurası, Tebliğler Kitabı, 4. Cilt, Mart 2005, Antalya, 1708-1717.